



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001228415 A**(43) Date of publication of application: **24.08.01**

(51) Int. Cl. **G02B 26/10**
B41J 2/44
H04N 1/113

(21) Application number: **2000376851**(22) Date of filing: **12.12.00**(30) Priority: **20.12.99 US 1999 467568**(71) Applicant: **XEROX CORP**

(72) Inventor: **RAUCH RUSSELL B**
RAHNAVAR MOHAMMAD H

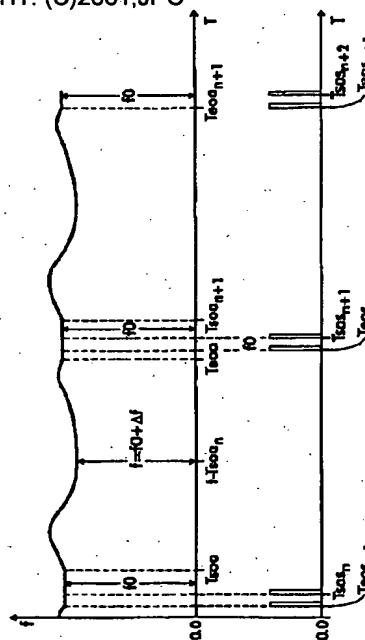
(54) **RASTER OUTPUT TYPE SCANNING SYSTEM**
(ROS)

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To modulate a radiation light beam in such a manner that the pixel clock of a raster output scanning system (ROS) executed pixel arrangement along a scanning line by calculating the pixel frequency shift so as to correct the nonlinearity of the scanning line in the ROS.

SOLUTION: The pixel clock of the ROS system modulates the light beam radiated to execute the pixel arrangement along the scanning line. As one method, the pixel clock frequency shift is calculated in some cases in order to correct the nonlinearity of the scanning line in the ROS. A data smoothing polynomial is calculated relating to the nonlinearity of the pixels along the scanning line. The necessary frequency shift based on the polynomial for the first order or higher order is calculated and is then stored into a frequency shift look-up table. The calculated frequency shift from the frequency shift look-up table corrects the nominal pixel clock frequency and corrects the measured scanning linearity of ROS by the modulation of the light beam.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-228415

(P2001-228415A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 26/10

G 0 2 B 26/10

A

B 4 1 J 2/44

B 4 1 J 3/00

M

H 0 4 N 1/113

H 0 4 N 1/04

1 0 4 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-376851 (P2000-376851)

(71) 出願人 590000798

(22) 出願日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

ゼロックス コーポレーション

(31) 優先権主張番号 09/467568

XEROX CORPORATION

(32) 優先日 平成11年12月20日 (1999. 12. 20)

アメリカ合衆国 コネティカット州・スタ

(33) 優先権主張国 米国 (US)

ンフォード・ロング リッチ ロード・

800

(72) 発明者 ラッセル ビー ローチ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

91107 パサディナ ランドフェア ロー

ド 3865

(74) 代理人 100059959

弁理士 中村 稔 (外9名)

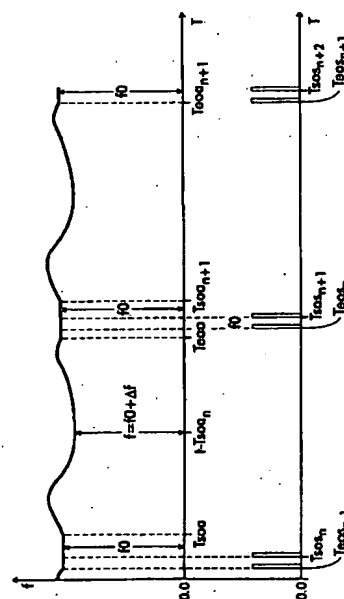
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラスタ出力式走査 (ROS) システム

(57) 【要約】

【課題】 ラスタ出力走査 (ROS) システムにおける走査線の非線形性を補正するようにピクセル・クロック周波数偏移を計算することによってラスタ出力走査 (ROS) システムのピクセル・クロックが走査線に沿ってピクセル配置を行うように放射光ビームを変調させる。

【解決手段】 ラスタ出力走査 (ROS) システムのピクセル・クロックは、走査線に沿ってピクセル配置を行うべく放射された光ビームを変調させる。1つの方法として、ROSにおける走査線の非線形性を訂正するためにピクセル・クロック周波数偏移を計算することがある。データ平滑化多項式を、走査線に沿ったピクセルの非線形性について計算する。第1次数あるいはより高い次数に対する多項式に基づく必要な周波数偏移は、計算した後、周波数偏移ルックアップテーブルに格納する。周波数偏移ルックアップテーブルからの計算済みの周波数偏移は、公称ピクセル・クロック周波数を修正して光ビームの変調によるROSの測定済み走査線形性を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ラスタ出力式走査（ROS）システムにおいて、
 変調光ビームを放射する光源と、前記変調光ビームを走査線に沿って感光性媒体に反射する回転式ポリゴンミラーと、前記光ビームを変調するための変調回路とを包含し、
 前記変調回路が、 f_0 の公称クロック周波数を生成して前記走査線に沿って一様に間隔を置いてピクセルを配置するピクセル・クロックを有し、該ピクセル・クロックが、周波数偏移ルックアップテーブルを有し、該周波数ルックアップテーブルが、前記走査線に沿った前記ピクセルの非線形性を補正するように、前記公称クロック周波数 f_0 を修正するための周波数偏移 Δf を提供しており、前記周波数偏移は、前記走査線に沿った前記ピクセルの非線形位置についてのデータ平滑化多項式曲線から計算されることを特徴とするラスタ出力式走査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ラスタ出力走査（ROS）システムにおける走査線非線形性に関する。一層詳しくは、本発明は、走査線非線形性を補正するように周波数偏移（Frequency Shift）を計算する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報を再生するためにレーザを利用する印刷システムは、この技術分野では周知である。プリンタは、普通、ラスタ出力スキヤナ（ROS）を使用して、光受容体のような感光性媒体の荷電部分を露光し、感光性媒体上に静電気潜像を記録する。

【0003】 複数のROSユニットは、カラー電子写真ROSプリンタにおいて使用することができる。各ROSは、共通の光受容体ベルト上に別々のカラー像のための走査線を形成する。各カラー像は、他のROSユニットからの他のカラー像と重なって整合した状態で現像されて合成カラー像を形成し、これが出力シートへ転写される。複数のROSユニットの各走査線の整合では、各像が0.1mmの円内または ± 0.05 mmの公差内で整合しなければならない。

【0004】 図1の代表的な従来技術ラスタ出力式走査システム10は、光ビーム14を発生する光源12と、感光性媒体20ところでスポット18に光ビーム14を向ける走査手段16とを包含する。この走査手段16は、また、感光性媒体20のところで指定された長さの走査線22に沿ってスポット18を移動させるのにも役立つ。その目的のために、図示のスキヤナ・システム10の走査手段16は、複数の光反射ファセット24（図には8つのファセットが示してある）を備えた回転可能なポリゴンミラーと、矢印28の方向に回転軸線26ま

わりに回転する多角形16によって図1に示した他の公知の機械的構成要素とを包含する。

【0005】 レーザ・ダイオードのような光源12が、単一波長の変調したコヒーレント光ビーム14を放射する。この光ビーム14は、画像出力光源制御回路30から光源12まで送られるビデオ信号に含まれる画像情報データ流と一致するように変調させられる。

【0006】 変調光ビーム14は、コリメート用レンズ32によって平行にされ、次いで、クロス・スキャン円柱レンズ34によって合焦され、回転式ポリゴンミラー16の反射性ファセット24上に一本の線を形成する。ポリゴンミラー16は、当業者には公知の普通のモータ（図示せず）によって回転軸線まわりに回転させられる。次いで、ファセット24から反射してきた光ビーム14は、 $f-\theta$ 走査レンズ36とアナモルフィック・ウォブル（振動）補正レンズ38を通過する。

【0007】 $f-\theta$ 走査レンズ36は、負の平球形レンズ40、正の平球形レンズ42およびクロス・スキャン円柱レンズ44からなる。 $f-\theta$ 走査レンズのこの構成は、線形走査光ビームを生成するのに十分な負のひずみを有する。光ビームは、回転鏡からの一定角速度で偏向され、 $f-\theta$ 走査レンズが光学的な補正を行い、一定線形速度で表面を走査する。 $f-\theta$ 走査レンズ36は、走査平面における光ビーム14を感光性媒体20上の走査線22上へ合焦する。

【0008】 $f-\theta$ 走査レンズ36を通過した後、次に、光ビーム14は、アナモルフィック・ウォブル補正レンズ要素38を通過する。ウォブル補正光学要素は、レンズまたは鏡であってよく、時には、「運動補正光学素子」と呼ばれる。光学要素38の目的は、ポリゴンミラー／モータ組立体における誤差によって生じる走査線に沿ったウォブル（振動によるずれ）を補正することにある。ウォブル補正レンズ38は、感光性媒体20上の走査線22上へクロス・スキャン平面内の光ビームを合焦する。

【0009】 多角形16が回転するにつれて、光ビーム14は、 $f-\theta$ ・レンズおよびウォブル補正レンズを通してファセット24によって反射され、走査線22の第1端46（走査開始すなわち「SOS」）から中心（スポット18の図示位置）を過ぎて走査線の第2端48（走査終了すなわち「EOS」）まで走査線22に沿って公知の方法で感光性媒体の表面を横切って走査する。光ビームは、感光性部材20上の静電気潜像を露光する。多角形16が回転するにつれて、露光用光ビーム14は、回路30によって変調されて個々の光のバーストを生成し、これらのバーストが、感光性部材20上の個々のピクセルまたはスポット18からなる1本の線を露光する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 理想的には、ROS

は、感光性媒体20上の均一に隔たった同じピクセルからなる1本の線を露光することができなければならない。しかしながら、ROSの光学系の固有の形状寸法の故に、また、製造誤差がポリゴンミラーのファセットに欠陥を生じさせる可能性がある故に、均一に隔たった同じピクセルを得ることが問題を含むことがあり得る。

【0011】「走査非線形性」とは、走査サイクル中に走査線に沿ってスポットが移動するときに生じるスポット速度の変動を謂う。走査線形性とは、全走査線を横切って走査方向にスポットをどのようにして均等に隔たっ

て書くかの基準である。普通の走査線形性曲線は、走査線を横切る正の位置エラー・ローブを有する一走査端の

ところのゼロ位置エラーで始まり、ゼロ位置エラーで走査中心と交差し、次いで、反対側の走査端に向かって走査線の残りの部分を横切って負の位置エラー・ローブを持つことになる。走査線形性曲線は、走査線を横切るいくつかの場所でゼロの画像配置エラーを有し得る。理想的には、この曲線は、全走査線を横切ってゼロとなることである。

【0012】走査非線形性は、普通、システム形状寸法または走査手段の速度変化によって生じる。合焦露光用光ビームが感光性媒体50上の走査線を横切って移動する速度は、スポット速度と呼ばれる。

【0013】ROSシステムの形状寸法によって生じる固有の走査非線形性を補正する手段をなんら持たずに、光ビームが感光性媒体を横切って走査するにつれて、スポット速度が変化することになる。たとえば、多面的な回転多角形を有するスキヤナは、一定の角速度で光ビームを向けるが、スポットは、走査線の中心よりも走査線の両端で多角形ファセットから遠くなり、したがって、

【0014】いくつかのラスタ出力スキヤナは、可変周波数ピクセル・クロック（時に、走査クロックと呼ばれる）を電子的に使用してこのような非線形性を補正する。ピクセル・クロックは、パルス列（すなわちピクセル・クロック信号）を生成し、これを用いて走査線に沿った各ピクセル位置で光源の放射する光ビームをオン、オフする。クロック周波数を変えること、それによっ

て、パルス列内の個々のパルスのタイミングを変化させることは、走査線に沿ったピクセル配置を制御するのに役立つ。ピクセル・クロック信号の周波数が一定である場合、その結果生じるピクセルは、感光性媒体の縁のところ

でさらに遠くなり、感光性媒体の中心に向かって相互に近くなるように位置することになる。それは、ピクセルをより均一に隔てることになり、それによって、少なくとも部分的に、時にピクセル位置ひずみと呼ばれるもの（すなわち、スキヤナ非線形性によって生じる不均等なピクセル間隔）を補正する。

【0015】光源制御回路30は、光ビーム14を制御して走査線22に沿ってピクセルを生成する電子制御システムとして役立つ。この制御システムは、たとえば、公知の構成要素および設計技術を使用して走査線に沿った複数の所望ピクセル位置の各々で光ビームを活性化するための制御信号を生成するように構成することができる（たとえば、各ピクセル位置の中央部分が、300dpiの解像度に対して1/300インチの間隔で均一に隔たるか、あるいは、600dpiの解像度について1/600インチの間隔で均一に隔たる、などなど）。

【0016】好ましくは、制御システムは、制御信号が各ピクセル位置について1つのピクセル間隔を定め、また、制御信号によって定められるピクセル間隔がスポット速度に従って比例して変化する、すなわち、走査線の両端での周波数が中心に向かう周波数よりも高くなるように、構成される。その目的のために、制御システムは、適当な公知の手段によって、たとえば、走査開始（SOS）制御信号、あるいは、公知手段によって生成される他の同期信号に応答することによって、制御信号をスポット位置で同期化させ、スポット速度に従うピクセル間隔を変えてもよい。

【0017】図2は、ラスタ出力式走査システムのピクセル・クロックによって均等に隔たった一連のピクセル102~104からなる走査線100を示している。走査線100上のこれらのピクセル102は、各クロック・サイクルで均一な格子106上に配置され、理想的で完全な走査非線形性を形成する。

【0018】図3は、走査非線形性による、図2の均一なピクセル配置からの偏差を示す。走査線200は、図4のグラフにて概略的に示すように、走査線に沿って均一なピクセル配置206からの距離y1204だけ偏移した一連のピクセル202からなる。

【0019】実際問題として、ラスタ出力式走査システムの非線形性は小さく、この非線形性は、均一な格子からの偏差を生じさせる。走査線に沿った均一なピクセル配置からのこの逸脱は、走査非線形性と呼ばれる。非線形性サインの形は、ROS毎に異なり、したがって、多数のROSレーザープリンタのカラー間の不整合を生じさせる可能性がある。

【0020】【課題を解決するための手段】本発明によれば、ラスタ出力走査（ROS）システムのピクセル・クロックは走査線に沿ってピクセル配置を行うように放射光ビームを変調させる。1つの方法は、ROSにおける走査線の非線形性を補正するようにピクセル・クロック周波数偏移（周波数シフト）を計算する。

【0021】データ平滑化多項式が、走査線に沿ったピクセルの非線形性について計算される。第1次数すなわちより高い次数への、多項式に基づく必要な周波数偏移が、計算され、周波数偏移ルックアップテーブルに格納される。周波数偏移ルックアップテーブルから計算され

た周波数偏移は、公称ピクセル・クロック周波数を補正し、光源の放射する光ビームの変調によってROSの測定された走査線形性を補正する。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明のピクセル・クロックは、ラスタ出力走査（ROS）システムの光源の放射する光ビームを変調させることによって、走査線に沿った均一に隔たったピクセル配置を提供するf0の公称クロック周波数を有する。走査線非線形性によって、走査線に沿ってピクセルの不均一な間隔が生じることになる。本発明は、ROSの走査線非線形性に基づいて必要な周波数偏移 Δf を計算し、公称ピクセル・クロック周波数f0を補正して走査線に沿った均一に間隔を置いたピクセル配置を得る方法を提供する。

【0023】本願の方法は、以下のようにして走査非線形性を補正する。すなわち、a) 実際のROS非線形性データを使用すること、b) データに滑らかな曲線を合わせる（終了点補正をゼロにさせながら）、c) 第1次数に対して補正周波数偏移を計算すること、そして、d) 計算した周波数を公称ピクセル・クロック周波数の小さいFM（周波数変調）として適用して測定走査線形性を変更することによって補正する。

【0024】第1に、ROSの走査非線形性プロファイルを測定する。第2に、走査非線形性に対応するデータ平滑化多項式を計算する。この平滑化処理は、アクティブ走査の両端で多項式をゼロにすることを含む。第3

$$\Delta f = f_0 \cdot dy/dx$$

ここで、 dy/dx は、多項式近似の勾配であり、走査線に沿ったピクセルについての測定した走査線形性曲線y対走査距離xから計算される。多項式近似についての第2の利点は、1サイズのサンプリング間隔（サンプリング率）でデータを獲得でき、また、異なったサンプリ

$$v_0 = (x_{eoa} - x_{soa}) / (T_{soa} - T_{eoa}) \quad \text{〔式2〕}$$

であり、ここで、 x_{soa} は、SOSでのアクティブ走査の開始位置であり、 x_{eoa} は、EOSでのアクティブ走査の終了位置であり、 T_{soa} は、SOSでのアクティブ走査の開始時刻であり、 T_{eoa} は、EOSでのアクティブ走査の終了時刻である。すべての時間は、S

$$t - T_{soa} = (x - x_{soa}) / v_0 \quad \text{〔式3〕}$$

式3は、図5B及び図6Bプロット・グラフ（補正周波数対相対的時間）について使用する。

$$d\Delta f/dt = v_0 \cdot f_0 \cdot (d^2y/d^2x) \quad \text{〔式4〕}$$

ここで、 (d^2y/d^2x) の第3因数は、測定走査非線形性に対する多項式曲線近似の第2導関数である。

【0032】ピクセル・クロック周波数f0は、アクティブ走査の外側にある公称値f0であり、図7のグラフに示すようにアクティブ走査における、式1に従って Δf だけ偏移されたものと仮定する。図7は、本発明のピクセル・クロック周波数を偏移させることによる第1次数走査線非線形性補正を示している。

*に、非線形性を補正するのに必要な周波数偏移を第1次数について計算し、周波数偏移ルックアップテーブルを作る。第4に、周波数偏移ルックアップテーブルからのクロック周波数の計算した補正値を、ピクセル・クロック周波数を発生する光源制御回路に適用する。次いで、ピクセル・クロックからの偏移周波数に応答して光源の放射する光ビームを変調させることによって、ピクセルをROSのアクティブ走査線を横切って等間隔で配置する。この計算方法は、また、走査線オフセットおよび走査倍率エラーの補正も可能にする。

【0025】本発明における第1ステップは、最小二乗回帰のような技術によってROSの走査線に沿った不均一なピクセル配置のデータに多項式曲線を近似させ、重み付けあるいは区分的多項式近似のいずれかによって端点SOS、EOSをゼロにすることである。

【0026】多項式曲線は、他の技術、たとえば、Givens、HouseholderおよびCholeskyによって、データに近似させることができる。

【0027】図5A及び図6Aのプロット・グラフは、2の異なったROSについての2つの代表的な走査非線形性曲線である。2つのROSについての走査非線形性曲線は、異なった形状となっており、したがって、ROS対ROSの偏差を示している。

【0028】非線形性について補正された周波数偏移 Δf （公称クロック周波数f0からのもの）は、以下に示すように第1次数について計算される：

〔式1〕

※ング間隔（サンプリング率）でデータを利用することができるということである。

【0029】アクティブ走査線を横切る光ビームの平均走査スポット速度v0は、

☆OS（「走査開始」）ROS同期信号から測る。

【0030】放射された光ビームを変調させるべく光源制御回路で使用するために、式1は時間の関数としてプロットされる。

〔式3〕

☆【0031】周波数偏移の変化率は、

〔式4〕

【0033】走査線における端点SOS、EOSでの周波数偏移の勾配には不連続性がある。実際問題として、光源制御回路のバンド幅は、式1における周波数変化の個別のサンプリングを平滑化するフィルタリングによって制限される。この周波数変化は、ピクセル・クロック期間の時間増分あるいはピクセル・クロック期間の或る倍数で調整される。しかしながら、周波数偏移 Δf および周波数偏移の勾配は、以下のようにしてゼロにするこ

とができる。すなわち、a) アクティブ走査の両端付近のいくつかの点を重み付けすること、あるいは、b) 付けたりの条件として x_{soa} および x_{eoa} でのゼロ勾配と共に非線形性曲線の区分的近似を使用することによってゼロにすることができる。

【0034】本発明は、周波数非線形性を計算するために、以下の付加的なプリンタ要件に拡張可能である。すなわち、a) SOAの時間オフセットを使用して計算表について開始位置をオフセットすること、そして、b) 公称値からのパラメータとして f_0 を調整することによ

てROS毎の変動走査倍率を補正することである。これ*

$$\Delta f_i = f_0 * (dy_i / dx)_i$$
この結果が図8に示してあり、図8は、第1次数反復後の残留非線形性 y_i を示している。 *

$$f_{2i} = f_0 + \Delta f_{1i} + \Delta f_{2i}$$

である。

【0038】図9は、本発明の第2次数反復後にピクセル・クロック周波数を偏移させることによって行った走査線非線形性補正を示している。

【0039】同様に、必要に応じて、アルゴリズムの反☆20

$$\Delta f_{ni} = f_0 * (dy^{(n-i)} / dx)_i \quad \text{〔式7〕}$$

$$f_{2i} = f_0 + \Delta f_{1i} + \Delta f_{2i} + \dots + \Delta f_{ni} \quad \text{〔式8〕}$$

本発明は、ROSの走査線非線形性に基づいて必要な周波数偏移 Δf を計算して、公称ピクセル・クロック周波数 f_0 を修正し、走査線に沿った均一な間隔のピクセル配置を得る方法を提供する。

【0041】周波数偏移 Δf は、ROSの走査線非線形性ピクセル配置に基づいてデータ平滑化多項式曲線の第1次数あるいはより高い次数の反復から計算される。データ平滑化多項式曲線は、前記走査線に沿った走査ピクセルの開始の周波数偏移 Δf をゼロにし、前記走査線に沿った走査ピクセルの終了の周波数偏移 Δf をゼロにする。

【0042】周波数偏移 Δf は、周波数偏移ルックアップテーブルに格納され、光源制御回路に適用されるように公称ピクセル・クロック周波数 f_0 を修正するのに用いられる。ピクセル・クロックおよび光源制御回路は、ROSの光源が放射する光ビームを変調し、走査線を横切って等間隔に置かれるピクセルを提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のラスト出力走査(ROS)システムの概略側面図である。

【図2】走査線に沿った理想化されたピクセル配置の側面図である。

【図3】走査線に沿った非線形ピクセル配置の側面図である。

【図4】図3のピクセル配置の走査非線形性を測定するグラフである。

【図5A】第1のラスト出力走査(ROS)システムについての走査非線形性曲線を示しているグラフである。

*ら2つの調整についての情報は、レーザープリンタのセンサから得られる。

【0035】本発明は、また、非線形性補正周波数についての計算向上を可能にする多数反復アルゴリズムを提供する。

【0036】式1、4の周波数偏移を利用することによって、走査線に沿ったピクセル配置の残留非線形性 y_i 及びデータ平滑化多項式曲線の対応する勾配 $(dy/dx)_i$ を測定することによって、第2の反復が実施される。したがって、第2反復周波数補正は、次のように与えられる。

〔式5〕

※【0037】したがって、第2次数に対して必要なクロック周波数は、

〔式6〕

☆復をより高い次数について続けてもよい。残余の測定またはシミュレーションは、各反復前に完了す。第 n 番目の次数の反復は、次のように与えられる。

【0040】

【図5B】第1のラスト出力走査(ROS)システムについての走査非線形性曲線を示しているグラフである。

【図6A】第2ラスト出力走査(ROS)システムについての走査非線形性曲線を示しているグラフである。

【図6B】第2ラスト出力走査(ROS)システムについての走査非線形性曲線を示しているグラフである。

【図7】本発明のピクセル・クロック周波数を偏移させることによる走査線非線形性補正を示しているグラフである。

【図8】本発明のピクセル・クロック周波数を偏移させることによって走査線非線形性補正の第1次数反復後の残留非線形性 y_i を示しているグラフである。

【図9】本発明の第2次数反復後にピクセル・クロック周波数を偏移させることによる走査線非線形性補正を示しているグラフである。

【符号の説明】

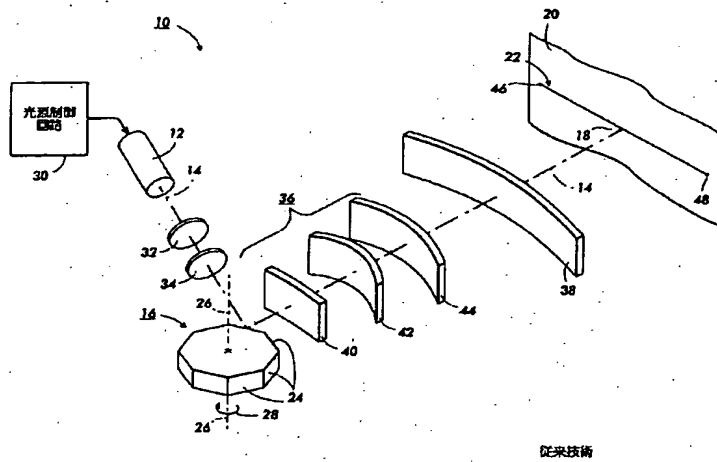
- 10 従来のラスト出力式走査(ROS)システム
- 12 光源
- 14 光ビーム
- 16 走査手段(ポリゴンミラー)
- 20 感光性媒体
- 22 走査線
- 24 光反射ファセット
- 26 回転軸線
- 30 画像出力用光源制御回路
- 32 コリメート用レンズ
- 34 クロス・スキャン円柱レンズ
- 36 $f-\theta$ 走査レンズ

40 負の平球形レンズ

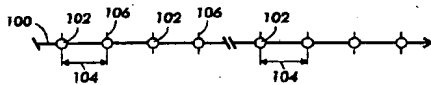
42 正の平球形レンズ

44 クロス・スキャン円柱レンズ

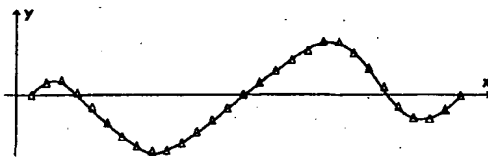
【図1】



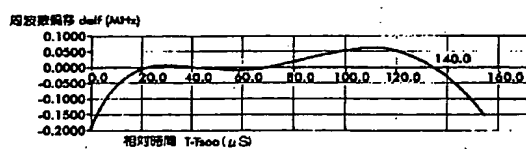
【図2】



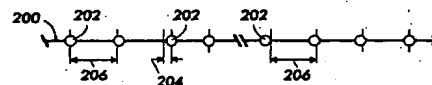
【図4】



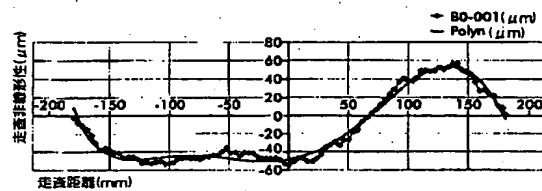
【図5B】



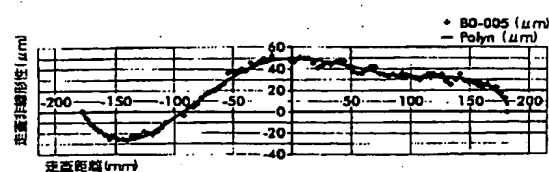
【図3】



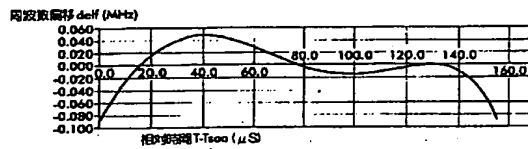
【図5A】



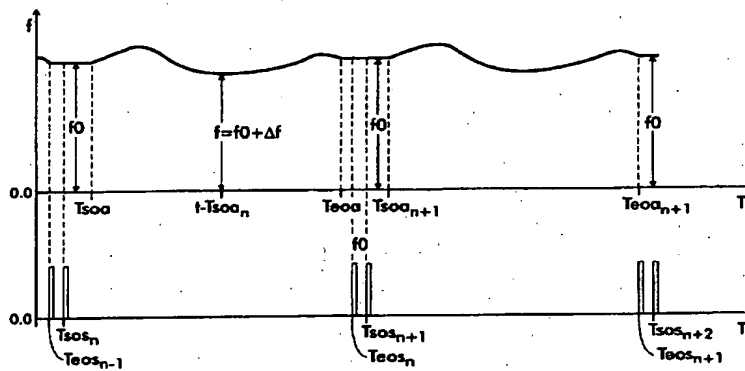
【図6A】



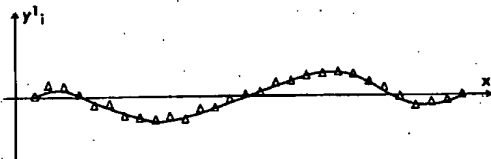
【図6B】



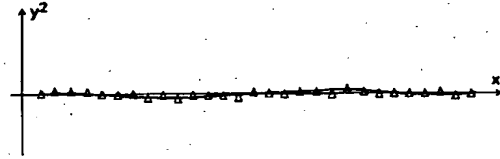
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 モハマッド エイチ ラーナヴァード
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 90275 ランチャー パロス ヴァーデス
 リッチヘヴン コート 28311